

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-058446

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 1/16

(21)Application number : 11-156005

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 03.06.1999

(72)Inventor : OKINO TERUAKI
KAWADA SHINTARO

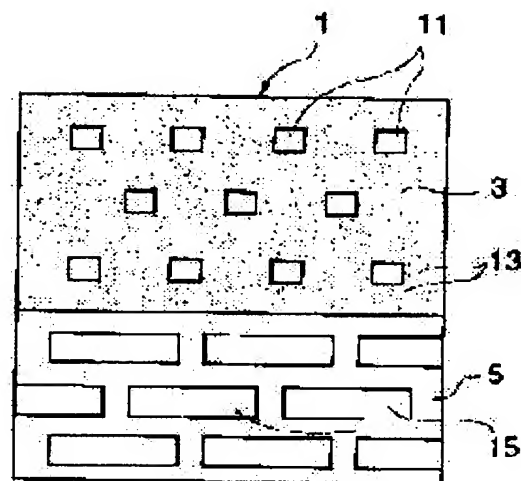
(30)Priority

Priority number : 10172112 Priority date : 05.06.1998 Priority country : JP

(54) CHARGED PARTICLE BEAM TRANSFER EXPOSURE METHOD, RETICULE BY USE THEREOF, AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a transfer pattern to be less deformed, less deviated on a focal point, and reduced in fuzziness caused by astigmatism by a method wherein a fine pattern that is beyond a resolution limit of an optical system that projects a pattern beam is sparsely provided in a part of a reticule where a pattern is low in density.

SOLUTION: A unit exposure region 1 is a square 1 mm² in area on a reticule and transferred onto a photosensitive substrate by a lighting beam as being reduced in size. The unit exposure region 1 has a low-density pattern part 3 where small rectangular patterns 11 are comparatively sparsely dispersed and a high-density pattern part 5 where large strip patterns 15 are densely arranged. A large number of fine square patterns 13 whose side is, for instance, 0.08 μm long are dispersed separating from each other by a space of 0.12 μm in all the low-density pattern part 3. The resolution limit of a projection optical system is 0.08 μm or so on a wafer, so that the image of the fine pattern 13 gets fuzzy and is scarcely formed on the wafer.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-58446
(P2000-58446A)

(43)公開日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 4 1 S
G 0 3 F 1/16		G 0 3 F 1/16	B
			E
		H 0 1 L 21/30	5 4 1 M

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-156005

(22)出願日 平成11年6月3日(1999.6.3)

(31)優先権主張番号 特願平10-172112

(32)優先日 平成10年6月5日(1998.6.5)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 沖野 輝昭

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号株式
会社ニコン内

(72)発明者 河田 真太郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号株式
会社ニコン内

(74)代理人 100100413

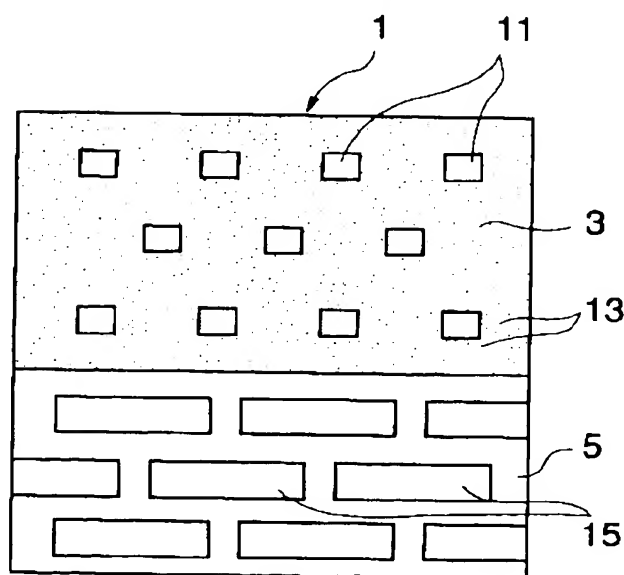
弁理士 渡部 温

(54)【発明の名称】 荷電粒子ビーム転写露光方法、それに用いるレチクル及び半導体デバイス製造方法

(57)【要約】

【課題】 レチクルとウエハ間の電流密度分布の偏在に起因する転写パターンの歪みや焦点位置の差、非点収差ボケを小さくする。

【解決手段】 レチクル上のパターン11、15を通過してパターン化された荷電粒子ビームをウエハ上の特定領域に投影してパターンを転写する。レチクルのパターン密度が低い部分3に、パターンを投影する光学系の解像限界以下の微小なパターン13を分散させて設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 感応基板上の特定領域に転写すべきパターンをレチクル上に形成し、該レチクルを荷電粒子ビームで照明し、レチクルを通過してパターン化された荷電粒子ビーム（パターンビーム）を上記感応基板上の特定領域に投影結像させて上記パターンを転写する方法であって；上記レチクルのパターン密度が低い部分に、上記パターンビームを投影する光学系の解像限界以下の微小なパターンを分散させて設けることを特徴とする荷電粒子ビーム転写露光方法。

【請求項 2】 感応基板上の特定領域に転写すべきパターンをレチクル上に形成し、該レチクルを荷電粒子ビームで照明し、レチクルを通過してパターン化された荷電粒子ビーム（パターンビーム）を上記感応基板上の特定領域に投影結像させて上記パターンを転写する方法であって；上記レチクルのパターン密度が低い部分に、感応基板上にパターン形成されても支障のないダミーパターンを設けることを特徴とする荷電粒子ビーム転写露光方法。

【請求項 3】 感応基板上の特定領域に転写すべきパターンをレチクル上に形成し、該レチクルを荷電粒子ビームで照明し、レチクルを通過してパターン化された荷電粒子ビーム（パターンビーム）を上記感応基板上の特定領域に投影結像させて上記パターンを転写する方法であって；上記レチクルは、上記荷電粒子ビームを吸収又は散乱する度合いの比較的低い透過基膜と、該基膜上に形成された上記荷電粒子ビームを吸収又は散乱する度合いの比較的高いネガパターン膜とからなり、上記ネガパターン密度の高い部分のネガパターン膜に、上記パターンビームを投影する光学系の解像限界以下の微小な孔を分散させて設けることを特徴とする荷電粒子ビーム転写露光方法。

【請求項 4】 上記孔をパターン密度にかかわらず全面に設けることを特徴とする請求項 3 記載の荷電粒子ビーム転写露光方法。

【請求項 5】 一度に転写される領域の電流密度が一樣になる方向で上記微小なパターン、ダミーパターン又は孔を設け、レチクルと感応基板の間の電流密度分布の偏在に起因するクーロン効果によって生じる転写パターンの焦点位置の差や歪み、非点収差ボケを小さくしたことを特徴とする請求項 1～4 いずれか 1 項記載の荷電粒子ビーム転写露光方法。

【請求項 6】 感応基板上の特定領域に転写すべきパターンを有するレチクルであって；パターン密度が低い部分に、上記パターンを転写する光学系の解像限界以下の微小なパターンが分散されて設けられていることを特徴とするレチクル。

【請求項 7】 感応基板上の特定領域に転写すべきパターンを有するレチクルであって；パターン密度が低い部分に、感応基板上にパターン形成されても支障のないダ

ミーパターンが設けられていることを特徴とするレチクル。

【請求項 8】 感応基板上の特定領域に転写すべきパターンを有するレチクルであって；荷電粒子ビームを吸収又は散乱する度合いの比較的低い透過基膜と、該基膜上に形成された上記ビームを吸収又は散乱する度合いの比較的高いネガパターン膜とからなり、上記ネガパターン密度の高い部分のネガパターン膜に、上記パターンビームを投影する光学系の解像限界以下の微小な孔が分散されて設けられていることを特徴とするレチクル。

【請求項 9】 請求項 1～5 のいずれかに記載の荷電粒子ビーム転写露光方法を用いてリソグラフィー工程の露光を行うことを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子ビームを用いて、半導体デバイス回路パターン等を感応基板（ウエハ等）上に転写露光する方法及びそれに用いるレチクルに関する。特に、レチクルと感応基板の間の電流密度分布の偏在に起因するクーロン効果の差によって生じる転写パターンの焦点位置の差や歪み、非点収差ボケを小さくすべく改良を加えた荷電粒子ビーム転写露光方法等に関する。さらには、そのような荷電粒子ビーム転写露光方法を用いて高精度の半導体デバイスを製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】電子線を用いる転写露光を例として従来技術を説明する。電子線露光は高精度ではあるがスループットが低いのが欠点とされており、その欠点を解消すべく様々な技術開発がなされてきた。現在では、セルブレーション、キャラクターブレーションあるいはブロック露光と呼ばれる図形部分一括露光方式が実用化されている。図形部分一括露光方式では、繰り返し性のある回路小パターン（ウエハ上で $5\mu\text{m}$ 角程度）を、同様の小パターンが複数種類形成されたマスクを用いて、1 個の小パターンを一単位として繰り返し転写露光を行う。しかし、この方式でも、繰り返し性のないパターン部分については可変成形方式の描画を行う。

【0003】一方、図形部分一括露光方式よりも飛躍的に高スループットをねらう電子線転写露光方式として、一個の半導体チップ全体の回路パターンを備えたマスクを準備し、そのマスクのある範囲に電子線を照射し、その照射範囲のパターンの像を投影レンズにより縮小転写する電子線縮小転写装置が提案されている。この種の装置では、マスクの全範囲に一括して電子線を照射して一度にパターンを転写しようとする、精度良くパターンを転写することができない。また、原版となるマスクの製作が困難である。そこで、最近精力的に検討されている方式は、1 ダイ（ウエハ上のチップ）又は複数ダイを

一度に露光するのではなく、光学系としては大きな光学フィールドを持つが、パターンは小さな領域に分割して転写露光するという方式である（ここでは分割転写方式と呼ぶこととする）。この際この小領域毎に、被露光面上に結像される前記小領域の像の焦点やフィールドの歪み等の収差等を補正しながら露光する。これにより、ダイ全体の一括転写に比べて、光学的に広い領域にわたって解像度並びに精度の良い露光を行うことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】荷電粒子ビームを用いた露光装置においては、クーロン効果により露光するパターンがボケ（非点収差ボケを含む）たり歪んだりすることが知られている。従来用いられてきた可変成形方式やセルプロジェクション方式では一度に転写する領域

（単位露光領域）が $5\mu\text{m}$ 角程度と小さかった。しかし上記の分割転写方式では $100\mu\text{m}$ 角程度以上とかなり大きくなっている（これによりスループットが高まるわけである）。このように単位露光領域が大きい場合、領域内のパターンが偏在する小領域を露光する時には、領域内の場所によってクーロン効果の効き方が違う。

【0005】具体的に説明する。図5は、パターン密度に部分的な差のあるパターンの例を模式的に示す平面図である。図中の符号81は単位露光領域にあるパターンを示す。この領域81は、小パターン87が比較的疎に散在している低パターン密度部83と、大パターン89が比較的密に存在している高パターン密度部85がある。なお、ここでパターン87、89は、レチクル上では開口又は高透過性の部位であり、ウエハ上ではドーズの与えられる部分である。このようなパターンを、本明細書ではポジパターンと呼ぶ。その反対の部位、すなわちレチクル上で開口していない部位又は低透過性の部位、ウエハ上ではドーズの与えられない部位が形成するパターンをネガパターンと呼ぶ。

【0006】ここで、単位露光領域81の中で高パターン密度部85はパターン密度が50%であり、低パターン密度部83ではパターン密度が10%であるとする。レチクルを通過したパターンビームのクーロン効果は、該ビームの電流密度が高いと大きいので高パターン密度部85ではジャストフォーカス点が低パターン密度部83よりも遠い。したがって通常はそれぞれの中庸のフォーカスで転写露光する。この場合それぞれをジャストフォーカスで露光する場合よりも転写パターンの解像力が低下してしまう。また、単位露光領域81全体の歪みも、領域にパターンが一様に分布している場合と比べて異なる。

【0007】本発明は、このような問題点を鑑みてなされたもので、レチクルと感応基板の間の電流密度分布の偏在に起因するクーロン効果の差によって生じる転写パターンの歪みや焦点位置の差や非点収差ボケを小さくすべく改良を加えた荷電粒子ビーム転写露光方法等を提供

することを目的とする。さらには、そのような荷電粒子ビーム転写露光方法を用い、高精度の半導体デバイスを製造する方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の第1態様の荷電粒子ビーム転写露光方法は、感応基板上的の特定領域に転写すべきパターンをレチクル上に形成し、該レチクルを荷電粒子ビームで照明し、レチクルを通過してパターン化された荷電粒子ビーム（パターンビーム）を上記感応基板上的の特定領域に投影結像させて上記パターンを転写する方法であって；上記レチクルのパターン密度が低い部分に、上記パターンビームを投影する光学系の解像限界以下の微小なパターンを分散させて設けることを特徴とする。

【0009】上記のような微小パターンを低パターン密度部に設けることにより、単位露光領域全域でのパターン密度が一様になるか、又は一様に近づく。余分に設けた微小パターンは露光装置で解像できないので、ウエハ上では電流密度が低下し、ぼけたパターンとしてウエハ上に投影される。したがってこのパターンは転写されない。しかし、レチクルとウエハの間に荷電粒子ビームは存在するのでクーロン効果には寄与する。したがって単位露光領域内全体での歪み方やボケ方が一様になり、結果として歪み補正が容易になり、補正後のパターン精度も向上する。またボケが一様になり領域全体での露光解像度が向上する。

【0010】なお、本発明は、感応基板上に形成する全パターンをレチクル上に形成して転写する方式（分割転写方式等）の他、セルプロジェクション等の図形部分一括露光方式のような一部のパターンを転写により形成し、残りを可変成形ビームやガウシアンビームにより描画する方式にも適用できる。

【0011】本発明の第2態様の荷電粒子ビーム転写露光方法は、上記レチクルのパターン密度が低い部分に、感応基板上にパターン形成されても支障のないダミーパターンを設けることを特徴とする。この場合、ダミーパターンは、デバイスの形成に支障のない部分に設けるので、露光装置の解像できる大きさのパターンであってもよい。

【0012】本発明の第3態様の荷電粒子ビーム転写露光方法は、上記レチクルが、上記荷電粒子ビームを吸収又は散乱する度合いの比較的低い透過基膜と、該基膜上に形成された上記荷電粒子ビームを吸収又は散乱する度合いの比較的高いネガパターン膜とからなり、上記ネガパターン密度の高い部分のネガパターン膜に、上記パターンビームを投影する光学系の解像限界以下の微小な孔を分散させて設けることを特徴とする。上記孔による作用は第1態様の微小パターンによる作用と同じである。この態様においては、上記孔をパターン密度にかかわらず全面に設けることとしてもよい。この場合も前記と同

等の効果を得ることが期待でき、また全面的に孔開けする方がレチクル作製が容易である。本発明の半導体デバイス製造方法は、上記荷電粒子ビーム転写露光方法を用いてリソグラフィー工程の露光を行うことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ説明する。まず、本発明の方法を行う装置の一例である電子線露光装置について説明する。図4は、本発明の方法を行う装置の一例である電子線露光装置の光学系全体における結像関係を示す図である。

【0014】電子銃101は、下方に向けて電子線を放射する。電子銃101の下方には2段のコンデンサレンズ103、105が備えられており、電子ビームは、これらのコンデンサレンズ103、105を通してブランキング開口107にクロスオーバーを結像する。コンデンサレンズ105の下には、矩形開口106が備えられている。この矩形開口106は、一つの露光単位小領域に相当する領域分の電子ビーム照明光のみを通過させる。この開口106の像は、レンズ109によってレチクル110に結像される。

【0015】開口106の下方には、クロスオーバーの形成されている位置に、ブランキング開口107が設置されている。その下に偏向器108が配置されている。この偏向器は、主に照明光を図4のX方向に順次走査して、レチクル上の偏向を含む光学的視野内の小領域の照明を行う。偏向器108の下方には、コンデンサレンズ109が配置されている。コンデンサレンズ109は、電子ビームを平行ビーム化し、レチクル110に当て、レチクル110上に開口106を結像させる。

【0016】レチクル110は、図4では、光軸上の1小領域のみが示されているが、実際には光軸垂直方向（X-Y方向）に広がっており多くの小領域を有する。光学系の視野内で各小領域を照明露光する際は、上述のとおり、偏向器108で電子ビームを偏向させる。また、レチクル110は、XY方向に移動可能なレチクルステージ111上に載置されている。そして、被露光材料であるウエハ114もXY方向に移動可能なウエハステージ115上に載置されている。これらのレチクルステージ111とウエハステージ115とを、互いに逆のY方向に走査することにより、ダイパターン内の各小領域を露光する。なお、両ステージ111、115には、レーザ干渉計を用いた正確な位置測定システムが装備されており、また別途のアライメント手段及び各偏向器の調整により、ウエハ114上で各小領域は正確に繋ぎ合わされる。

【0017】レチクル110の下方には投影レンズ112及び113（対物レンズ）及び偏向器131が設けられている。そして、レチクル110の一つの小領域が電子ビーム照射され、レチクル110でパターン化された

電子ビームは、投影レンズ112、113によって縮小されるとともに偏向されウエハ114上の所定の位置に結像される。ウエハ114上には、適当なレジストが塗布されており、レジストに電子ビームのドーズが与えられてレチクル像の縮小パターンがウエハ114上に転写される。ウエハ114は、前述のように、光軸直角方向に移動可能なウエハステージ115上に載置されている。

【0018】次に、本発明の1実施例に係る荷電粒子ビーム転写露光方法及びレチクルを説明する。図1は、本発明の第1態様の荷電粒子ビーム転写露光方法に用いるレチクルの一例を模式的に示す平面図である。この例のレチクルは、Si等からなる薄い基板（厚さ一例1 μm ）に開口からなるパターン11、15を開けた、いわゆるステンシル型のレチクルである。同図には、1つの単位露光領域1内のパターンが示されている。単位露光領域1は、例えばレチクル上で1mm角の正方形であり、同時に照明ビームを受けて一度に感応基板上に縮小転写される領域である。なお、縮小率を1/4とすると、ウエハ上では250 μm 角の領域が一度に露光される。一個の半導体デバイスのパターンを形成するには、このような単位露光領域を数千～数万個有するレチクルを用いる。

【0019】この単位露光領域1は、矩形の小パターン（ポジパターン）11が比較的疎に分散している低パターン密度部3と、帯状の大パターン15が比較的密に配置されている高パターン密度部5を有する。低パターン密度部3の小パターン11のパターン面積密度は10%であり、高パターン密度部5のパターン密度は50%である。

【0020】本実施例では、低パターン密度部3に、一辺がレチクル上で0.08 μm の小さい正方形の微小パターン13が、0.12 μm 間隔で一面に分散されて形成されている。この結果、低パターン密度部3の合計のパターン密度は約50%となっている。この値は、本来の小パターン11のみが存在する場合よりも40%多く、高パターン密度部5とのパターン密度の均一性が改善されている。なお、個別の微小パターン13の形状は円形や帯状であってもよい。

【0021】微小パターン13は、縮小率4の場合、もし十分に解像されるとしたら、ウエハ上で0.02 μm 角の寸法となる。しかし、投影光学系の解像度はウエハ上の寸法で0.08 μm 程度であり、微小パターン13の像はボケてウエハ上で解像されることはない。

【0022】図2は、この事情を説明するための、通常のデバイスパターンとクーロン効果補正用の微小パターンの、ウエハ上におけるビーム強度の差を模式的に示すグラフである。横軸はウエハ上の位置、縦軸はビーム強度を表す。通常パターンを通過したビーム強度は、線21で示すように鋭利に立ち上がる。しかし、微小パター

ンを通過したビーム強度は、線 23 で示すように、なだらかに連なる低い山のような線であって、コントラストのほとんどないバックグラウンドノイズとしかなりえないものである。したがってこのパターンは転写されない。しかし、レチクルとウエハの間に、微小パターンを通過した荷電粒子ビームは存在するのでクーロン効果には寄与する。したがって単位露光領域内全体での歪みやボケ方が一様になり、結果として歪み補正が容易になり、補正後のパターン精度も向上する。またボケが一様になり領域全体での露光解像度が向上する。

【0023】図3は、本発明の第3態様に係る荷電粒子ビーム転写露光方法に用いるレチクルの断面構造を示す図である。このレチクル31は、薄いSi基膜33（メンブレン、厚さ例0.1 μm ）の上に、WやTa等の重金属からなる散乱体の膜35、37（厚さ例0.5 μm ）がネガパターンとして形成されたものである。散乱体膜35、37のない部分は電子ビームがあまり散乱されずに通過し、散乱体膜35、37のある部分は電子ビームが通過する際に相当散乱される。その結果、散乱体膜のない部分を通過したビームの電流密度は比較的高くなる。なお、図4の電子ビーム露光装置の投影光学系中の投影レンズ112と113の間に配置されている絞り（図示されず）で、散乱の激しいビームは遮蔽されてウエハに届かず、ウエハ上では良好なコントラストの像が結像する。

【0024】レチクル31上には、ネガパターン35が比較的高密度な高パターン密度部41と、ネガパターン35が比較的低密度な低パターン密度部43が存在する。そのため、高パターン密度部41を通過したパターンビームと、低パターン密度部43を通過したパターンビームとでは光路上での平均的な（電流密度）が異なり、レチクル・ウエハ間のクーロン効果に差が出る。図3（A）の実施例では、その差を緩和すべく、散乱体膜37に多数の微細な孔39を開けている。この例では、低パターン密度部43の散乱体膜37のみをエッチング等の手法により、孔開けしている。

【0025】一方、図3（B）では、高パターン密度部41'、低パターン密度部43'の区別なく、レチクルの全面に、かつ基膜33'及び散乱体膜35'、37'の双方に貫通する光軸方向の孔45を開けている。このような孔は、イオンビーム穿孔等の手法により、マスクング工程を採ることなく加工可能であるので、レチクル作製プロセスが簡単となる。

【0026】次に本発明の露光装置の使用形態の一例を説明する。図6は、本発明の半導体デバイス製造方法の一例を示すフローチャートである。この例の製造工程は以下の各主工程を含む。

ウエハを製造するウエハ製造工程（又はウエハを準備するウエハ準備工程）

露光に使用するマスクを製作するマスク製造工程（又

はマスクを準備するマスク準備工程）

ウエハに必要な加工処理を行うウエハプロセッシング工程

ウエハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能にらしめるチップ組立工程

できたチップを検査するチップ検査工程

なお、それぞれの工程はさらにいくつかのサブ工程からなっている。

【0027】この主工程の中で、半導体のデバイスの性能に決定的な影響を及ぼす主工程がウエハプロセッシング工程である。この工程では、設計された回路パターンをウエハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。このウエハプロセッシング工程は以下の各工程を含む。

絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、あるいは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程（CVDやスパッタリング等を用いる）

この薄膜層やウエハ基板を酸化する酸化工程

薄膜層やウエハ基板等を選択的に加工するためにマスク（レチクル）を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィー工程

レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程（例えばドライエッチング技術を用いる）

イオン・不純物注入拡散工程

レジスト剥離工程

さらに加工されたウエハを検査する検査工程

なお、ウエハプロセッシング工程は必要な層数だけ繰り返し行い、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【0028】図7は、図6のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。このリソグラフィー工程は以下の各工程を含む。

前段の工程で回路パターンが形成されたウエハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程

レジストを露光する露光工程

露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程

現像されたレジストパターンを安定化させるためのアニール工程

上記露光工程に本発明の露光装置を用いると、リソグラフィー工程のパターン形成の精度が大幅に改善される。特に、必要な最小線幅、及びそれに見合った重ね合わせ精度を実現することに係わる工程はリソグラフィー工程、その中でも位置合わせ制御を含めた露光工程であり、本発明の適用により、今まで困難であった半導体デバイスの製造が可能になる。

【0029】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子ビー

ムを用いて、半導体デバイス回路パターン等を感応基板上に転写露光する際に、一度に転写する小領域の転写像の歪みやボケを一様にすることができ、結果として精度、解像度の良いパターンを露光することが可能となる。さらには、そのような荷電粒子ビーム転写露光方法を用い、高精度の半導体デバイス製造を行う方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1態様の荷電粒子ビーム転写露光方法に用いるレチクルの一例を模式的に示す平面図である。

【図2】通常のデバイスパターンとクーロン効果補正用の微小パターンのウエハ上におけるビーム強度の差を模式的に示すグラフである。横軸はウエハ上の位置、縦軸はビーム強度を表す。

【図3】本発明の第3態様に係る荷電粒子ビーム転写露光方法に用いるレチクルの断面構造を示す図である。

【図4】本発明の方法を行う装置の一例である電子ビーム露光装置の光学系全体における結像関係を示す図である。

る。

【図5】パターン密度に部分的な差のあるパターンの例を模式的に示す平面図である。

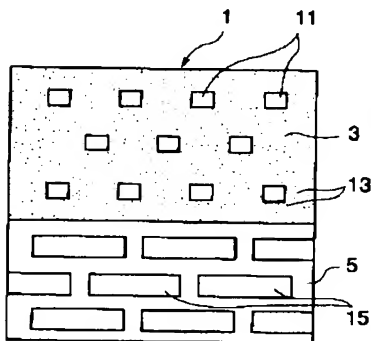
【図6】本発明の半導体デバイス製造方法の一例を示すフローチャートである。

【図7】図6のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。

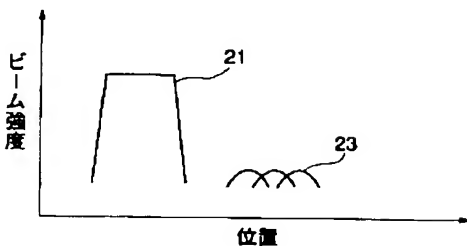
【符号の説明】

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1 単位露光領域 | 3 低パターン密度部 |
| 5 高パターン密度部 | 11 小パターン |
| 13 微小パターン | 15 大パターン |
| 31 レチクル | 33 Si基膜 |
| 35、37 重金属膜（ネガパターン） | 39 孔 |
| 41 高パターン密度部 | 43 低パターン密度部 |
| 45 孔 | |

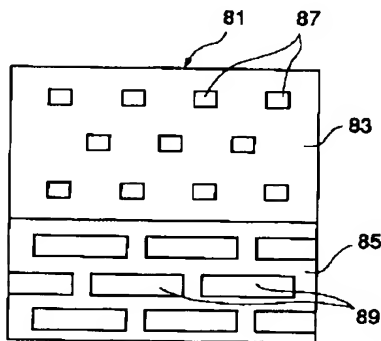
【図1】



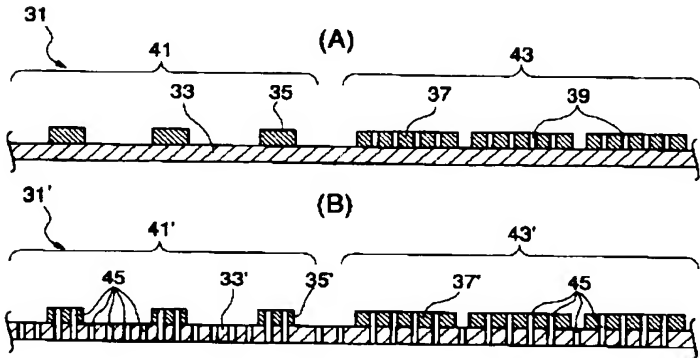
【図2】



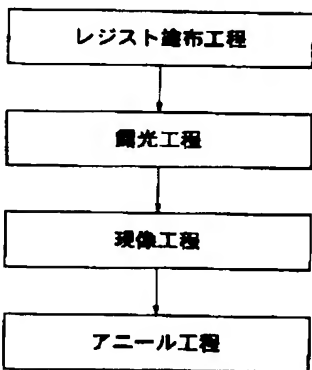
【図5】



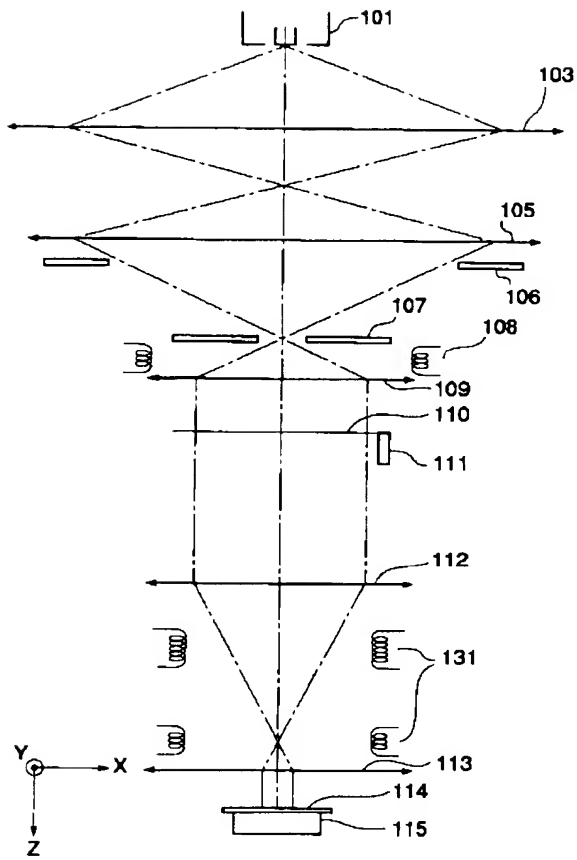
【図3】



【図7】



【図4】



【図6】

